

Методики расчета сил, действующих на суда в подходных каналах шлюзов

Богданович М. И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в проектной практике используется методика расчета гидродинамических сил, действующих на суда в подходных каналах при наполнении (опорожнении) камеры шлюза, основанная на теории волнового движения длинной волны малой амплитуды и разработанная в 70-е годы двадцатого столетия. Волновая составляющая гидродинамической силы определяется по формуле:

$$P_1 = \frac{\partial Q}{\partial t} \cdot \frac{D\sqrt{\alpha_n}}{g(\omega_{кан} - \chi)} + \frac{2Q_2 D(1 - \sqrt{\alpha_n})}{l_s \sqrt{g(\omega_{кан} - \chi)} b_{д.ч.}}, \text{ кН}, \quad (1)$$

где D – весовое водоизмещение расчетного судна; $\omega_{кан}$ – площадь поперечного сечения подходного канала в уширенной части; χ – площадь миделевого сечения расчетного судна; $b_{д.ч.}$ – ширина подходного канала в уширенной части; l_s – длина расчетного судна; α_n – коэффициент, характеризующий степень уменьшения площади, канала расчетным судном. Производная $\partial Q/\partial t$ заменяется средним приращением расхода за время t_c пробега волной судна: $\Delta Q/\Delta t = (Q_2 - Q_1)/(t_2 - t_1)$. Значения Q_2 и Q_1 определяются по графику поступающего через нижнюю голову в канал расхода $Q = f(t)$, для чего от времени t_2 , отвечающего $Q_2 = Q_{max}$, влево откладывается отрезок времени t_c и отмечается время t_1 , где расход равен Q_1 .

В исследованиях, направленных на совершенствование расчета гидродинамических сил, можно выделить три направления. Первое основано на использовании системы интегро-дифференциальных уравнений, описывающих колебательное движение судна вместе с волновым потоком. Второе – на решении системы дифференциальных уравнений Навье-Стокса. Третье – на совершенствовании методов определения производной в выражении (1). В каждом из направлений имеются достижения. Однако до настоящего времени не получено результатов, позволяющих отказаться от использования (1) для оценки условий отстоя судов в ожидании шлюзования и их движения в подходных каналах. Основной проблемой на наш взгляд является недостаточное экспериментальное обоснование теоретических результатов. Поэтому актуальным является создание автоматических измерительных систем нестационарных течений в открытых потоках.